

边缘云计算技术及标准化 白皮书（2018）



编写单位：阿里云计算有限公司 中国电子技术标准化研究院 等

2018年12月12日联合发布

内容摘要

随着 5G、物联网时代的到来以及云计算应用的逐渐增加，传统的云计算技术已经无法满足终端侧“大连接，低时延，大带宽”的需求。随着边缘计算技术的出现，云计算将必然发展到下一个技术阶段，将云计算的能力拓展至距离终端最近的边缘侧，并通过云边端的统一管控实现云计算服务的下沉，提供端到端的云服务，由此产生了边缘云计算的概念。为了积极引导边缘云计算技术和应用发展，以及边缘云计算相关标准的制定，我们编写本白皮书，其主要内容包括：

一、定义边缘云计算的概念。首先梳理了目前边缘计算的概念；其次对边缘云计算进行了定义和详细的描述；然后阐述了对边缘计算与边缘云计算之间的关系。

二、边缘云计算的典型应用场景。通过列举边缘云计算的典型应用场景，分析了边缘云计算技术在各个应用场景中关键成功因素。

三、边缘云计算的技术特点。边缘云计算具备 6 大特点，包括低延时、自组织、可定义、可调度、高安全和标准开放。

四、边缘云计算标准化需求以及标准化建议。通过对边缘云技术的分析，给出相应的标准化建议，包括 5 大类标准：基础标准、技术标准、管理标准、安全标准和行业及应用标准。

编写单位（排名不分先后）

阿里云计算有限公司

中国电子技术标准化研究院（工业和信息化部电子工业标准化研究院）

中国联合网络通信有限公司研究院

中移（苏州）软件技术有限公司

广州虎牙信息科技有限公司

参编人员

白常明 朱 松 张大江 陈志峰 杨丽蕴 王泽胜 陈 行

高 莹 姜 倩 刘 晨 杨 鹏 赵越鹏 赵娇娇 张瑞增

徐 雷 毋 涛 侯 乐 赵 怡 辛 盛 刘亚丹 杨智林

于新林 周 升 曹维国 董陈强 李静远 王广芳 曾林青

张毅萍 熊 鹰 王文娟 高俊富 王政惠 何云飞 朱照远

杨敬宇

版权声明

本白皮书版权属于中国电子技术标准化研究院和阿里云计算有限公司，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：边缘云计算技术及标准化白皮书（2018）”。违反上述声明者，将追究其相关法律责任。

目 录

一、边缘云计算简介.....	1
1.1 边缘计算概念.....	1
1.2 边缘云计算概念.....	2
1.3 边缘计算与边缘云计算的关系.....	5
1.4 相关术语.....	7
1.5 缩略语.....	7
二、边缘云计算典型应用场景.....	8
2.1 边缘云计算应用场景综述.....	8
2.2 场景一：互动直播中的边缘云计算应用.....	9
2.3 场景二：智慧城市中的边缘云计算应用.....	10
2.4 场景三：新零售中的边缘云计算应用.....	12
三、边缘云计算技术特点.....	14
四、边缘云计算标准化需求.....	16
五、边缘云计算标准化建议.....	19
六、结束语.....	21

一、边缘云计算简介

1.1 边缘计算概念

和云计算出现的时候一样，目前业界对边缘计算（Edge Computing）的定义和说法有很多种。ISO/IEC JTC1/SC38 对边缘计算给出的定义：边缘计算是一种将主要处理和数据存储放在网络的边缘节点的分布式计算形式。边缘计算产业联盟对边缘计算的定义是指在靠近物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台，就近提供边缘智能服务，满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。国际标准组织 ETSI 的定义为在移动网络边缘提供 IT 服务环境和计算能力，强调靠近移动用户，以减少网络操作和服务交付的时延，提高用户体验。随着 5G 技术的逐步成熟，MEC（Multi-Access Edge Computing，也被称为 Mobile Edge Computing）作为 5G 的一项关键技术成为行业上下游生态合作伙伴共同关注的热点。目前，ETSI 对 MEC 的定义是指在网络边缘为应用开放者和内容服务商提供所需的云端计算功能和 IT 服务环境。

上述边缘计算的各种定义虽然表述上各有差异，但基本都在表达一个共识：在更靠近终端的网络边缘上提供服务。

从技术的角度看，“人联网”时代“云端二体协同”是一种基本的技术组合形态。而在“物联网”时代，数以千亿计的各种设备将会联网，大量的“摄像头，传感器”将会成为物联网世界的眼睛，是“智慧化”服务的基础。万物互联时代的基本需求是“低时延，大带宽，大连接，本地化”。目前的“云端二体协同计算”已经无法满足“低时延，低成本”的需求。带宽成本和传输时延都是个大问题，需要引入边缘计算来解决这个问题。所以，“云边端三体协同”是物联网时

代的计算组合形态，边缘计算是物联网时代不可或缺的基础设施之一。边缘计算逐步发展成为“全球覆盖，无处不在”的通用基础设施。

未来边缘计算和云计算是相辅相成，相互配合，边缘计算的定位是拓展云的边界，能够把计算力拓展到离“万物”一公里以内的位置。将边缘计算和云计算相结合，目前业界有很多尝试，也是技术研究的一大热点。

1.2 边缘云计算概念

要定义边缘云计算的概念，首先需要明确云计算的概念。现阶段广为接受的云计算定义是 ISO/IEC 17788《信息技术 云计算 概览与词汇》的定义：云计算是一种将可伸缩、弹性、共享的物理和虚拟资源池以按需自服务的方式供应和管理，并提供网络访问的模式。云计算模式由关键特征、云计算角色和活动、云能力类型和云服务类别、云部署模型、云计算共同关注点组成。。

但目前对云计算的概念都是基于集中式的资源管控来提出的，即使采用多个数据中心互联互通形式，依然将所有的软硬件资源视为统一的资源进行管理，调度和售卖。随着 5G、物联网时代的到来以及云计算应用的逐渐增加，集中式的云已经无法满足终端侧“大连接，低时延，大带宽”的云资源需求。结合边缘计算的概念，云计算将必然发展到下一个技术阶段，就是将云计算的能力拓展至距离终端更近的边缘侧，并通过云边端的统一管控实现云计算服务的下沉，提供端到端的云服务，边缘云计算的概念也随之产生。

本文给出的边缘云计算定义为：边缘云计算，简称边缘云，是基于云计算技术的核心和边缘计算的能力，构筑在边缘基础设施之上的云计算平台。形成边缘位置的计算、网络、存储、安全等能力全面的弹性云平台，并与中心云和物联网终端形成“云边端三体协同”的端到端的技术架构，通过将网络转发、存储、

计算，智能化数据分析等工作放在边缘处理，降低响应时延、减轻云端压力、降低带宽成本，并提供全网调度、算力分发等云服务。

边缘云计算的基础设施包括但不限于：分布式 IDC，运营商通信网络边缘基础设施，边缘侧客户节点（如边缘网关，家庭网关等）等边缘设备及其对应的网络环境。

图 1 表述了边缘云计算的基本概念。边缘云作为中心云的延伸，将云的部分服务或者能力（包括但不限于存储、计算、网络、AI、大数据、安全等）扩展到边缘基础设施之上。中心云和边缘云相互配合，实现中心-边缘协同、全网算力调度、全网统一管控等能力，真正实现“无处不在”的云。

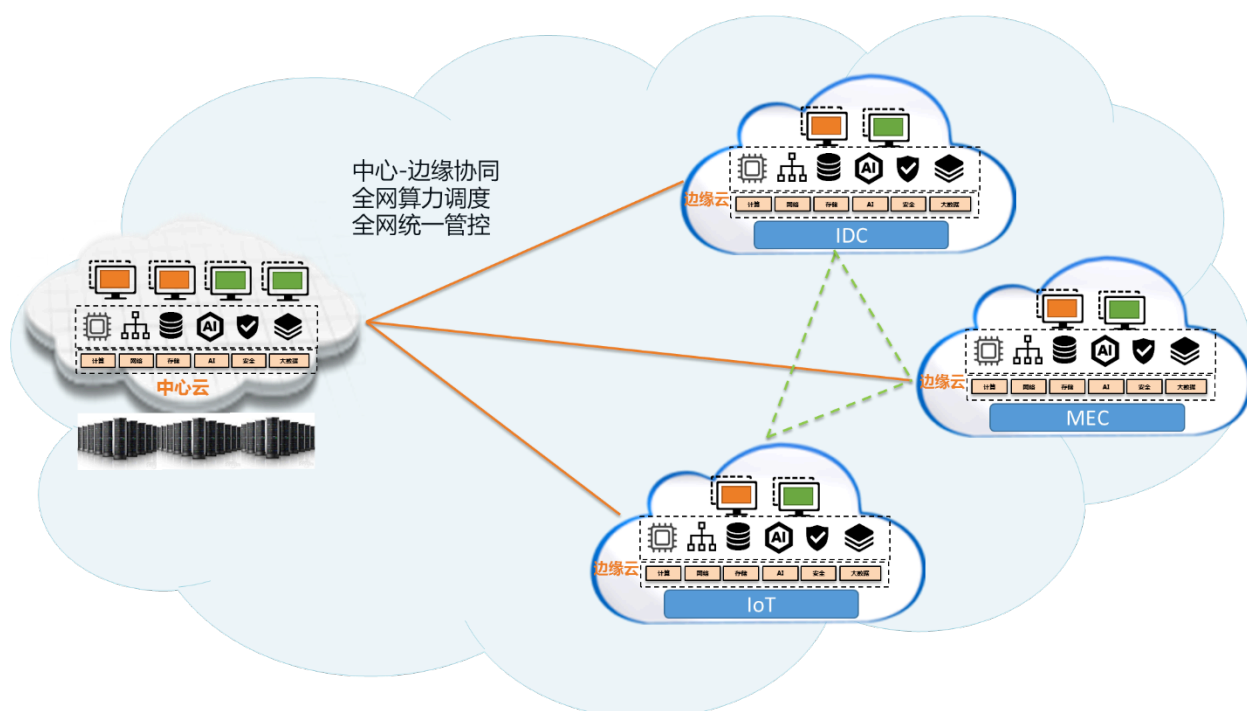


图 1 边缘云计算示意图

边缘云计算本质上是基于云计算技术，为“万物互联”的终端提供低时延、自组织、可定义、可调度、高安全、标准开放的分布式云服务。

边缘云可以最大程度上与中心云采用统一架构、统一接口、统一管理，这样能够最大程度地降低用户开发和运维成本，真正实现将云计算的范畴拓展至距离

数据源产生更近的地方，弥补传统架构的云计算在某些应用场景中的不足之处。

根据所选择的边缘云计算基础设施的不同以及网络环境的差异，边缘云计算技术适用于以下一些场景：

1. 将云的计算能力延展到离“万物”10公里的位置，例如将服务覆盖到“乡镇，街道级十公里范围圈”的计算场景。
2. “物联网云计算平台”能够将云的计算能力延展到“万物”的身边，可称为“一公里范围圈”，工厂、楼宇等都是这类覆盖的计算场景。
3. 除了网络能够覆盖到的“十公里计算场景”和“一公里计算场景”，边缘云计算还可以在无法覆盖的地域，通常被称之为“网络黑洞”的区域提供“边缘云计算服务”，例如“山海洞天”（深山、远海航船、矿井、飞机）等需要计算的场景，在需要的时候将能够处理的数据进行实时处理，联网之后再与中心云协同处理。

边缘云计算服务应具备以下特点：

1. 全覆盖：提供各种覆盖场景的一站式边缘计算服务和敏捷交付能力。
2. 弹性伸缩：按需购买，按量付费，实现业务的弹性伸缩需求，节省了自建所需的供应链管理、建设及资金投入成本。
3. 开放灵活：提供“标准开放”的边缘云计算平台，可方便与中心云系统对接，按业务需求灵活部署各类应用。
4. 安全稳定：利用云计算核心技术积累构建安全稳定的边缘云计算核心系统。

在使用边缘云计算服务之后，用户可以进一步扩展自身的应用，获得以下收益：

1. 降低时延：边缘云计算服务可以提供 5ms 以下的终端访问时延。
2. 业务本地化：采用云边端三体协同架构后，大量的处理响应在本地发生，终端到云的访问频次将减少 80%以上。
3. 降低成本：引入边缘云计算后，计算、存储、网络等成本可以节省 30%以上。
4. 敏捷交付：采用边缘云计算服务后，可以获得“一分钟敏捷交付”的能力。
5. 高安全：具备与传统云服务一体化的高安全能力，包括 DDoS 清洗和黑洞防护能力、多租户隔离、异常流量自动检测和清洗、中心-边缘安全管控通道等。
6. 开放易用：包括开放的运行环境、灵活部署各类云服务和应用、在线远程管理、运行指标可视化监控等。

综上所述，边缘云计算具备网络低时延、支持海量数据访问、弹性基础设施等特点。同时，空间距离的缩短带来的好处不只是缩短了传输时延，还减少了复杂网络中各种路由转发和网络设备处理的时延。此外，由于网络链路争抢的几率大大减小，能够明显降低整体时延。边缘云计算给传统云中心增加了分布式能力，在边缘侧部署部分业务逻辑并完成相关的数据处理，可以大大缓解将数据传回中心云的压力。边缘云计算还能够提供基于边缘位置的计算、网络、存储等弹性虚拟化的能力，并能够真正实现“云边协同”。

1.3 边缘计算与边缘云计算的关系

传统观点认为，边缘计算和传统云计算是有一定的边界的，在 ISO/IEC JTC1/SC38 中，明确确定了边缘层、本地层和云层的界限，其应对的计算场景不

同，在应用场景开拓上针对各自优势体现出差异。

以“视频场景”为例，收集图像、视频、声音等数据的传感器是智慧城市的感知“器官”。例如，交通系统中数以十万、百万计的视频设备需要 TB 级以上的带宽连续上传监控数据。目前的网络带宽无法承载这样的连续上传，造成云计算的应用受到限制。

当我们引入边缘计算技术来处理上述问题时，由于边缘基础设施的差异性大，种类繁多，边缘应用开发、部署、运营、维护都会面临各种问题、困难和风险。

边缘云计算能够最大程度上与传统云计算在架构、接口、管理等关键能力上实现统一，最终将边缘设备与云进行整合，成为云的一部分。边缘云计算与传统云计算的关系，类似人类的“大脑”与遍布全身的“神经系统”的关系，相辅相成。为了让“物理世界”更加智能，边缘云计算将神经系统从“云”这个大脑开始，层层前移，一触到底，直达“物理世界”的每一个角落。通过将云计算的能力进行拓展，边缘云计算能够深入到更多之前传统云计算无法覆盖的边缘应用场景。

边缘云计算还可以通过分布在距离终端最近的基础设施，为终端侧数据源提供具有针对性的算力。这些算力可以将部分数据处理终结在边缘侧，另外一部分则可以处理后再回传至中心云。这样，边缘云计算就提供了一种新的弹性算力资源，通过与中心云的协同和配合，为终端提供满足技术需求的云计算服务。

在上文提到的“视频场景”中使用边缘云计算不仅能够解决 TB 级甚至更大的视频流低成本接入的问题，还可以提供丰富的计算能力(如 CPU, GPU, FPGA 等)，在边缘完成视频的分析 and 识别工作后再将结构化的数据快速传递回中心云（大

脑) 进行信息融合。边缘云计算不仅实现了“低时延, 低成本”的协同, 还能有效抵抗网络抖动等不稳定因素, 提升系统整体的鲁棒性。

1.4 相关术语

表 1.1 术语

术语	定义/解释
边缘云计算	基于云计算技术的核心和边缘计算的能力, 构筑在边缘基础设施之上的云计算平台
中心云	基于传统云基础设施构筑的云, 在网络中处于中心位置
物联网终端	物联网终端是物联网中实现采集数据及发送数据的设备
边缘侧客户节点	靠近边缘的客户端设备节点, 包括边缘网关、家庭网关、IoT 网关等设备

1.5 缩略语

表 1.2 缩略语

缩略语	解释
CDN	Content Delivery Network, 内容分发网络
ENS	Edge Node Service, 边缘节点服务
IDC	Internet Data Center, 互联网数据中心
MEC	Multi-access Edge Computing, 多接入边缘计算
RTC	Real-time Communications, 实时通信
SDN	Software Defined Network, 软件定义网络
SD-WAN	Software-defined WAN, 软件定义广域网
vCDN	virtual Content Delivery Network, 虚拟内容分发网络

二、边缘云计算典型应用场景

2.1 边缘云计算应用场景综述

边缘云计算场景有很多。内容分发网络（CDN）是一个典型应用。目前很多公司和团队由于业务架构的需要，在全国各地的运营商 IDC 机房采购资源，自建多个边缘计算节点。这些公司和团队开展边缘计算的业务时共同的痛点是重资产、业务弹性、运维投入等。当边缘节点有覆盖度要求时，以上问题将会成倍放大。边缘云计算服务在边缘节点交付、运维、服务等方面的技术优势以及规模效应，解决了这些客户的痛点问题。

目前，边缘云计算的应用场景从覆盖上可以分为全网覆盖类和本地覆盖类两大类：

1. 全网覆盖类应用的核心要求是从边缘节点在地区和运营商网络两个层面上的覆盖度，来保证就近计算（如 CDN、互动直播、边缘拨测/监控等业务），或者基于足够多的节点进行网络链路优化（如 SDN/SD-WAN、在线教育、实时通信等）。
2. 本地覆盖类应用的核心要求是边缘节点的本地化，即边缘节点的接入距离要足够近（目标<30 公里），时延足够低（目标<5ms），来支持本地化服务的上云需求，例如新零售、医疗等行业的监控数据上云，连锁门店等线下行业的 IT 基础设施上云等。这类应用的大带宽需求是最能体现边缘云计算时延和成本优化等核心优势的场景。

随着人工智能和大数据的发展，各行各业都在利用科技智能化和大数据分析等前沿科技手段，提升行业应用的科技效率，减低产业数字化系统的运维成本。

例如在数字机床和工控领域等行业，可以把 AI 能力和数字分析能力部署在工业园区内，以实现在边缘局域范围内完成实时的工控智能。在机场、车站等人流密集区域，通过把人脸识别和视频监控能力部署在边缘侧，实现在边缘侧实时处理分析具有特征值的人和物，满足实时监控需求。

2.2 场景一：互动直播中的边缘云计算应用

此类应用一般属于全网覆盖类应用。图 2 是互动直播业务架构，展示了基于边缘云计算技术的边缘节点在类似场景中起到的作用。

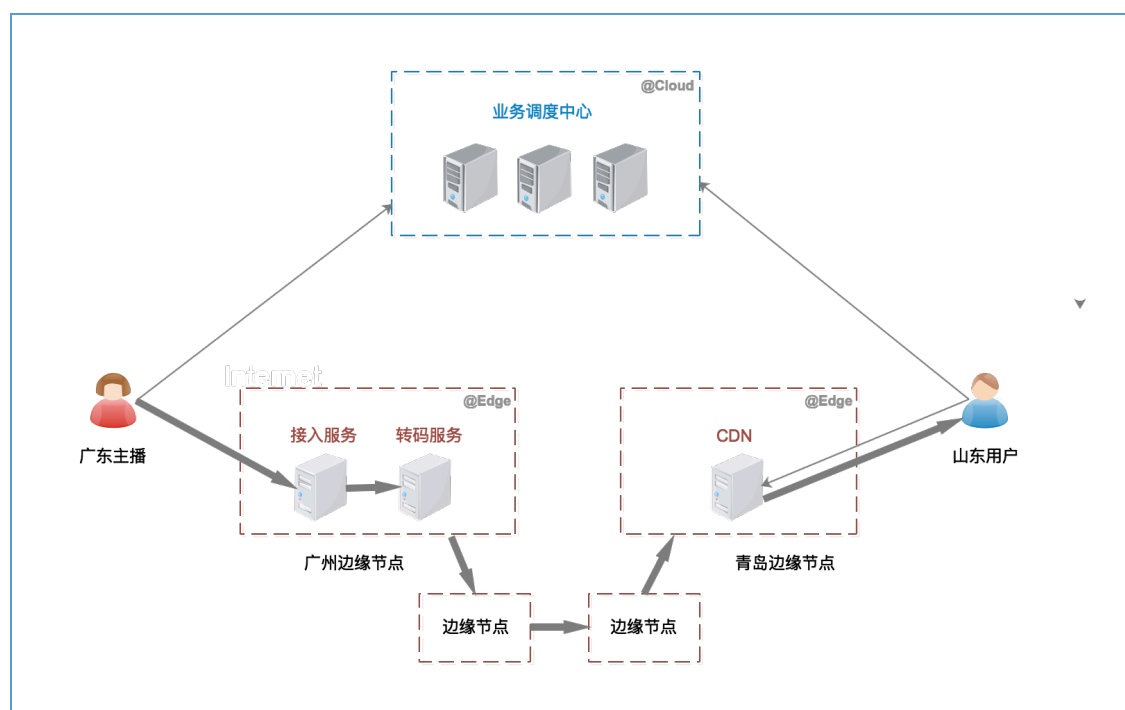


图 2 边缘云互动直播业务架构示意图

主播的媒体流推送到就近的边缘节点，在边缘节点直接进行转码，转码后的媒体流分发到 CDN 边缘节点，当有用户访问时就近返回内容。基于边缘节点上的服务、直播流的上下行内容推送以及转码处理等都不用再回中心，大大降低了业务时延，提升了互动体验，同时边缘处理架构对带宽成本的节省也非常明显。

以虎牙直播为例，作为具有行业影响力的互动游戏直播平台，对视频直播技术有着极高的追求，以满足用户对蓝光画质、低延时、稳定性以及实时互动等方

面的要求，直播业务场景具有“高带宽、高并发、计算密集”的特性。

边缘云计算服务在主播直播推流时，实现就近节点进行转码和分发，同时支持高并发实时弹幕的边缘分发，减少了对中心的压力，节省了 30% 以上的中心带宽成本，同时获得网络低时延，实现了边缘节点网络连接时延小于 5 毫秒，提升了主播上行质量和用户观看体验。通过基于边缘云计算技术的边缘节点服务（ENS）与 CDN 资源协同，为虎牙直播提供稳定可靠的计算和网络服务，实现了弹性伸缩和分钟级交付的能力，具备了规模经济性，节省了用户带宽成本。

2.3 场景二：智慧城市中的边缘云计算应用

此类应用一般属于本地覆盖类应用。智慧城市需要信息的全面感知、智能识别研判、全域整合和高效处置。智慧城市的数据汇集热点地区、公安、交警等数据、运营商的通信类数据、互联网的社会群体数据、IoT 设备的感应类数据。智慧城市服务需要通过数据智能识别出各类事件，并根据数据相关性对事态进行预测。基于不同行业的业务规则，对事件风险进行研判。整合公安、交警、城管、公交等社会资源，对重大或者关联性事件进行全域资源联合调度。实现流程自动化和信息一体化，提高社会处置能力。

在智慧城市的建设过程中，边缘云计算的价值同样巨大：如图 3 所示，在边缘云计算的架构下，整个系统分为采集层、感知层、应用层。

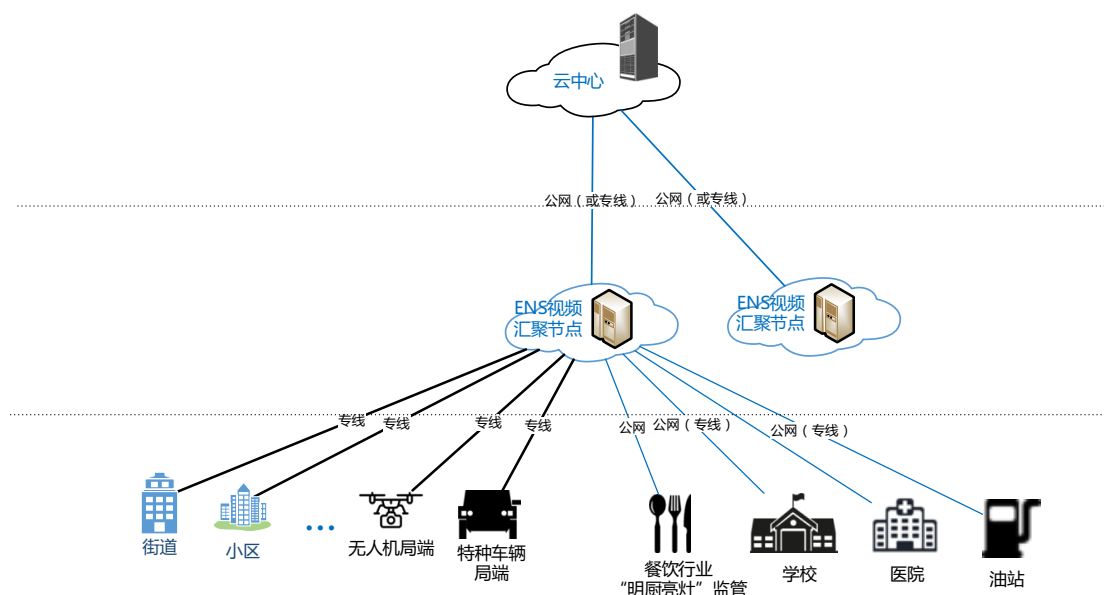


图 3 智慧城市边缘云计算框架

在采集层，海量监控摄像头采集原始视频并传输到就近的本地汇聚节点。

在感知层，视频汇聚节点内置来自云端下发的视觉 AI 推理模型及参数，完成对原始视频流的汇聚和 AI 计算，提取结构化特征信息。

在应用层，城市大脑可根据来自各个汇聚节点上报的特征信息，全面统筹规划形成决策，还可按需实时调取原始视频流。

这样的“云一边一端”三层架构的价值在于：

1. 提供 AI 云服务能力：边缘视频汇聚节点对接本地的监控摄像头，可对各种能力不一的存量摄像头普惠地提供 AI 能力。云端可以随时定义和调整针对原始视频的 AI 推理模型，可以支持更加丰富、可扩展的视觉 AI 应用。
2. 视频传输稳定可靠：本地的监控摄像头到云中心的距离往往比较远，专网传输成本过高，公网直接传输难以保证质量。在“先汇聚后传输”的模式下，结合汇聚节点（CDN 网络）的链路优化能力，可以保证结构化数据和原始视频的传输效果。

3. 节省带宽：在各类监控视频上云的应用中，网络链路成本不菲。智慧城市服务对原始视频有高清码率和 7×24 采集的需求，网络链路成本甚至可占到总成本的 50%以上。与数据未经计算全量回传云端相比，在视频汇聚点做 AI 计算可以节省 50%~80%的回源带宽，极大降低成本。

与用户自建汇聚节点相比，使用基于边缘云计算技术的边缘节点服务（ENS）作为视频汇聚节点具有以下优势：

1. 交付效率高：ENS 全网建设布局，覆盖 CDN 网络的每个地区及运营商，所提供的视频汇聚服务，各行业视频监控都可以复用，在交付上不需要专门建设，可直接使用本地现有的节点资源。
2. 运营成本低：允许客户按需购买，按量付费，提供弹性扩容能力，有助于用户降低首期投入，实现业务的轻资产运营。

2.4 场景三：新零售中的边缘云计算应用

此类应用一般属于本地覆盖类应用。在新零售的行业中，线下服务和线上服务结合，各类视频监控的数据量巨大，具备以下特征：

1. 本地化：各门店视频流的生成、采集、分析、管理等环节主要在本地进行，流量跨区情况少。
2. 多机构：与传统单门店系统不同，客户会在本地有多家分支机构，视频监控流需要统一汇聚、分析、管理。
3. AI 分析：客户需要对视频监控流内容进行 AI 分析以满足模式识别、结构化信息提取、事件上报等各种行业需求，有别于传统的视频流推送和回看等单一功能。

采用边缘云计算技术，能够解决新零售客户的上述问题。新零售行业所采用

的边缘云计算架构如图 4 所示。

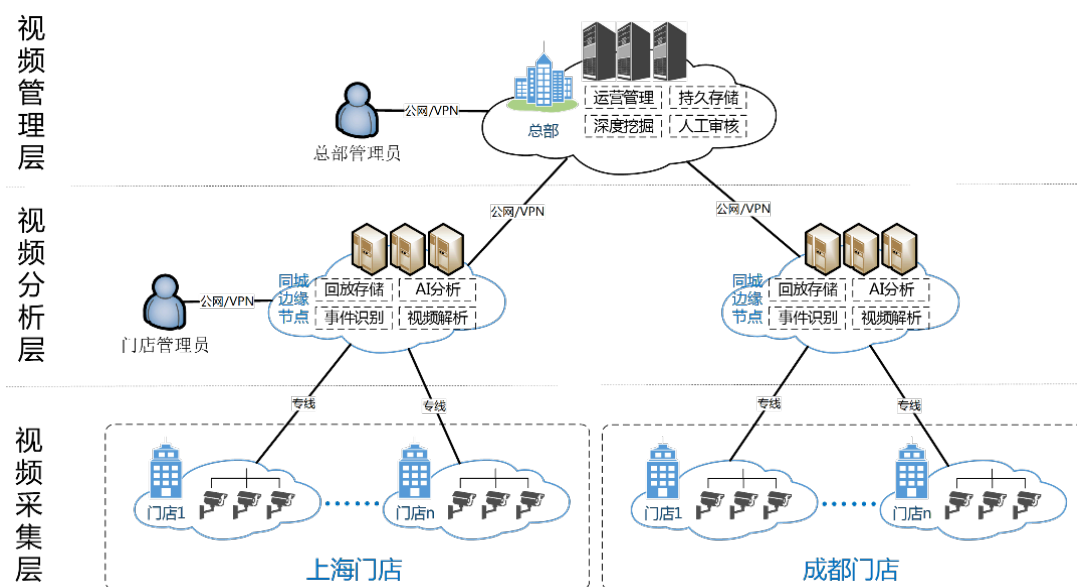


图 4 新零售边缘云计算示意图

整个边缘云计算系统被分为三层：

1. 视频采集层：门店对视频数据进行采集，仅配置监控摄像头及必要的网络设备，不再需要配置大量的计算和存储设备。各门店以专线接入同城边缘节点，实时上传视频监控流。
2. 视频分析层：边缘节点为同城各门店提供基础设施服务以承载 AI 分析、视频结构化解析、回放存储等，替换原本在门店中的物理服务器组。边缘节点以优选公网链路，回传至云中心。
3. 视频管理层：中心云的相关平台对接全网上报的数据，做统一运营管理、人工审核、关键数据的持久存储等。

三、边缘云计算技术特点

总体来看，边缘云计算技术具备六大特点：

1. 低延时：因边缘云计算就近提供计算和网络覆盖，数据的产生、处理和使用都发生在离数据源很近的范围内，接收并响应终端请求的时延极低。
2. 自组织：当网络出现问题甚至中断时，边缘云的节点可以实现本地自治和自恢复。
3. 可定义：边缘云服务及业务逻辑不是一成不变的，而是可以由用户修改、更新和定制。
4. 可调度：业务逻辑可以由中心云动态分发，具体在哪个边缘节点执行是可以调度的。
5. 高安全：能够提供与传统云计算一体化的安全防护能力。
6. 标准开放：提供标准化且开放的环境，具有和其他系统互联及互操作的能力。

图 5 展示了边缘云计算的关键能力，其包含统一协同能力和服务能力两大部分。

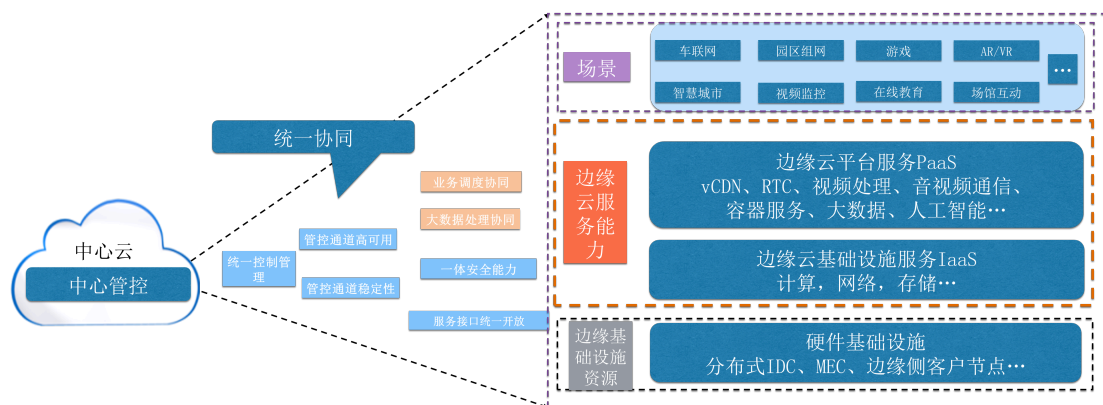


图 5 边缘云计算关键能力

边缘云计算的统一协同能力包括：

1. 统一控制管理
2. 管控通道的高可用和稳定性
3. 业务调度协同
4. 大数据处理协同
5. 云边一体化安全能力
6. 统一开放的服务接口

边缘云计算的服务能力包括：

1. 边缘云计算基础设施服务，如计算、存储、网络、加速器等。
2. 边缘云计算平台服务，如容器服务、大数据服务、人工智能服务、vCDN、即时通信服务 RTC、视频 AI、音视频通信等。

四、边缘云计算标准化需求

边缘云计算作为未来云计算的重要组成部分，将云计算的能力下沉到大量不同类型的边缘节点，能够充分利用边缘节点的计算能力，同时实现中心云和边缘云的统一管理和协同计算。由于边缘设备众多、差异化大，云服务商所采用的架构、技术存在一定的差异，边缘云计算的应用场景也各具特色，目前业界对边缘云计算的定义、使用场景、参考架构等方面尚未形成共识，个性化和私有化的解决方案较多，基于边缘云计算技术打造的相关应用也无法跨平台使用，造成边缘云计算的应用和推广受到了一定的限制。

通过边缘云计算的标准化工作，制定完善的边缘云计算标准和规范，对于促进技术创新、支撑云计算技术和产业的进一步发展将起到重要作用。

1. 有利于加快边缘云计算技术创新和成果转化。现阶段国内外已经出现了一些边缘云计算产品和应用，以标准化的手段固化技术成果，实现快速创新推广。
2. 有利于促进边缘云计算产品和服务的进一步发展。由于目前没有统一的边缘云计算定义，边缘云计算的产品和服务范畴不明确，需要标准来统一定义和规范，进一步提升和促进边缘云计算产品和服务的发展。
3. 有利于营造开放的边缘云计算产业生态。由于边缘设备众多，应用差异化大，涉及的厂商众多，同时业界云计算所采用的架构、技术也存在一定的差异，边缘云计算的架构、接口均不统一，造成边缘数据流动困难、边缘应用复制难度高。需要统一的标准来实现边缘云之间、边缘云与中心云、不同云服务提供商之间的互操作性，实现协同工作，形成完整开

放的产业生态。

4. 有利于提升边缘云计算的安全。由于边缘云计算需要实现边缘设备与中心云的互联互通，部分应用（如工业控制、医疗监控等）对安全性和可靠性提出了更高的要求，需要制定相关安全标准规范，确保边缘云计算系统的安全可靠。

通过分析目前边缘云计算的发展现状和需求，可以初步梳理出以下标准化需求：

1. 确定边缘云计算系统的基础概念、架构。边缘云计算需要通过统一的术语进行界定，明确边缘云计算的定义、范畴、需求等核心概念，引导产业界正确认识和理解边缘云计算技术，进一步促进边缘云计算技术的快速成熟和广泛应用。用户和开发者在面对大量差异化的边缘应用、需求和基础设施时，开发和运维管理难度大，有必要通过技术架构规范来降低上层应用的开发难度和管理难度，进一步屏蔽底层的差异性，对中心云与边缘云统一管理、调度等能力提出要求。
2. 对边缘云计算的关键技术进行标准化。对已经形成模式，并广泛应用的关键技术，应及时进行标准化，防止碎片化，确保互操作性和连续性。
3. 边缘云计算的互操作性进行标准化。边缘云计算系统和中心云之间、边缘云计算系统之间、组件之间的信息交互与共享，需要通过互操作性来保证。由于边缘基础设施的差异性较大，网络环境多变，大量差异化的应用场景涉及到的基础设施和业务需求不同，边缘云计算的互操作性挑战会越来越大。相应的标准化工作能够进一步促使边缘云计算系统的应用程序接口、服务方式及数据格式等尽量采用统一的标准和兼容接口，

从而定义出可互换的组件、数据和模型等。

4. 边缘云计算的安全和管理类标准。边缘云计算系统一般都部署在离数据源产生较近的位置，同时又需要与中心云互联互通、统一管理，如何保障边缘云计算系统的安全性和可靠性就显得尤为重要。由于边缘云计算的基础设施并未与中心云集中部署在一起，其所处环境的复杂性和多样性远远高于传统云计算场景，同时又需要能够与中心云互联互通，一旦出现安全问题，很有可能会造成更大的影响，所以对安全性和可靠性提出了更高的要求。需要通过标准化等手段对边缘云计算系统进行规范，保障其安全性。
5. 制定针对特定行业以及应用的边缘云计算标准，指导边缘云计算在行业领域的推广和创新应用。
6. 在上述标准的基础上，对边缘云计算产品进行标准化评估，对边缘云计算系统在功能、性能、安全性、兼容性、互操作性等多方面进行评估，确保产品和服务的质量和可用性，并为产业的可持续发展提供保障。

五、边缘云计算标准化建议

依据目前边缘云生态中技术、产品、服务、应用等关键环节，结合国内外边缘云技术发展现状以及标准化需求，我们提出的边缘云计算标准化体系框架如图 6 所示，包括：基础标准、技术标准、管理及服务标准、安全标准、行业及应用标准。这些标准主要在现有云计算标准体系之上延续和扩展，以满足边缘云计算的新需求和新特性。

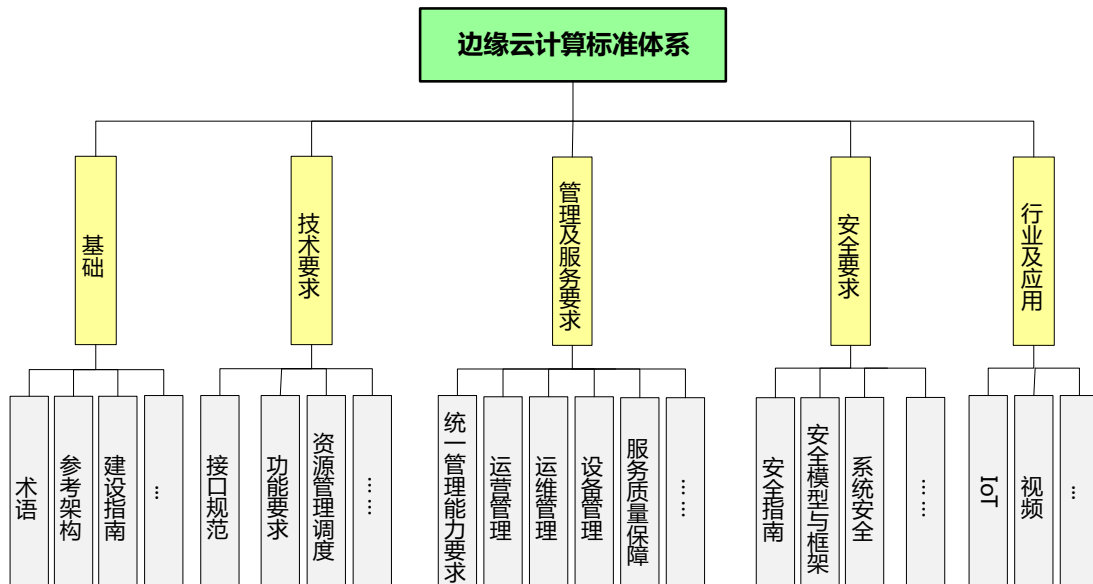


图 6 边缘云计算标准体系框架

1. 边缘云计算基础标准

边缘云计算的基础标准用于统一边缘云计算术语以及相关概念，为其他各部分标准制定提供支撑。主要包括边缘云计算术语、参考架构、指南等方面的标准。需要明确边缘云计算的定义和相关术语、适用场景、平台架构、与中心云的关系、以及互联互通要求等。其中，术语标准主要基于现有的云计算相关标准，并进行相应扩展。

2. 边缘云计算技术标准

边缘云计算技术标准用于规范和引导边缘云计算系统关键产品和组件的研发，以及边缘云计算资源的管理和使用，实现边缘云计算的弹性伸缩能力，主要包括功能要求、接口规范、边缘资源管理调度等技术规范和测试规范。

3. 边缘云计算管理及服务标准

边缘云计算管理及服务标准用于规范边缘云计算系统的统一管理和服务能力要求，主要包括中心云-边缘云统一管理、部署管理、服务质量保障、统一运维、运营等管理和服务要求。

4. 边缘云计算安全标准

根据边缘云计算系统的特征制定边缘云计算的安全规范，包括边缘云安全指南、安全模型与框架、边缘云系统安全等标准以及对应的测试规范。

5. 边缘云计算行业及应用标准

边缘云计算涉及的行业及应用差别较大，需要针对各个行业应用在技术、管理和安全等方面的特定要求制定相应的标准。

六、结束语

边缘云计算技术是将传统的云计算技术应用在边缘基础设施之上的创新，其本质上是边缘基础设施的云计算系统，通过边缘云计算技术，能够实现边缘位置的计算、网络、存储、安全等能力全面的弹性平台基础设施能力，真正实现“无处不在”的云，通过将网络转发、存储、计算等工作在边缘处理，帮助用户将计算、转发、智能数据分析等业务下沉至边缘，降低响应时延、减轻云端压力、降低带宽成本，提升应用运算效率，并完成全网调度和算力分发等云计算的能力，适用于分布式架构下的各类业务。

在可以预见的将来，随着技术的成熟以及新的应用出现，边缘云计算技术必将得到更大的发展，覆盖的潜在客户和场景将不断出现。随着边缘云计算的应用场景越来越多，用户需求的变化将是未来需要关注的重点。